

# POTENSI DAN PENGARUH TANAMAN PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND*

**Euis Nurul Hidayah, Wahyu Aditya**

Prodi Teknik Lingkungan, fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Jl. Raya rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294

Telp (031)8782087. Fax (031)8782087.e-mail : Wisnh@upnjatim.ac.id

## ABSTRAK

Penelitian pengolahan air limbah domestik dengan proses lahan basah buatan yang menggunakan tanaman air *Cattail* (*Typha Angustifolia*) telah dilakukan dalam skala laboratorium. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat efisiensi penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) yang terkandung dalam limbah cair domestik setelah melalui *Constructed Wetland*. Pengaruh dan potensi tanaman telah dipelajari melalui pengamatan efisiensi pengolahan air limbah dan juga efeknya terhadap kualitas tanah. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dengan menggunakan tanaman *Cattail* (*Typha Angustifolia*) dalam sistem lahan basah buatan pengolahan air limbah domestik dapat penyisihan kandungan pencemar dalam air limbah dengan waktu tinggal 3 sampai dengan 15 hari, efisiensi penyisihan COD 77,6% - 91,8%, BOD 47,4% - 91,6% dan TSS 33,3% - 83,3%. Keunggulan pengolahan air limbah dengan sistem ini selain kualitas hasil air pengolahan yang sesuai baku mutu air limbah domestik juga dapat meningkatkan kualitas tanah.

**Kata kunci :** *Efisiensi Pengolahan, Limbah domestik, Tanaman Cattail*

## ABSTRACT

*Research on the domestic effluent treatment by the the constructed wetland system processi using water plant Cattail (Typha Angustifolia) was conducted. Experiment was carried out in a laboratory scale to study the influence of plant on the treatment efficiency of waste water. This study aims to determine the level of efficiency decreased levels of Chemical Oxygen Demand (COD), Biological Oxygen Demand (BOD) and the levels of Total Suspended Solid (TSS) contained in Domestic effluent after constructed wetland process. The potency of plant in the constructed wetland system was also studied both the effects on the land quality and the plant yields. The experiment results showed treatment by the constructed wetland system process using Cattail (Typha Angustifolia) plant can the removal pollutant in waste water. At the retention time 3 until 15 day, can removal of COD 77,6% - 91,8%, BOD 47,4% - 91,6% dan TSS 33,3% - 83,3%. The treatment system, can also improve water quality who adjustment with standard quality the domestic effluent and can also increase the land quality.*

**Keyword :** *Treatment removal, The Domestic effluent, Cattail plant*

## PENDAHULUAN

Pengolahan air limbah yang mengandung bahan organik, secara biologis dapat dilakukan dengan beberapa jenis pengolahan, yaitu aerobik, anaerobik atau gabungan beberapa proses tersebut. Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut, mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Untuk itu diperlukan upaya dengan teknologi yang sederhana, murah, mudah, tepat guna, ekonomis serta operasional dan pemeliharannya yang tidak memerlukan tenaga khusus. Penggunaan tumbuhan air dalam sistem *Constructed Wetland* sebagai alternatif sarana pengolahan air limbah, pada beberapa Negara telah banyak digunakan. Namun di Indonesia, belum begitu populer perkembangannya, karena kajian dan publikasi mengenai kemampuan tumbuhan air tersebut masih kurang. Berdasarkan morfologi dari tumbuhan *Cattail* (*Typha Angustifolia*) sangat cocok untuk pengolahan dengan sistem *Constructed Wetland*. Tumbuhan *Cattail* memiliki sistem perakaran yang banyak yang dapat menyerap zat organik di bagan air. Sedangkan tumbuhan *Cattail* sangat banyak dan tumbuh subur di sekitar Surabaya Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian mengenai kemampuan tumbuhan air *Cattail* (*Typha Angustifolia*) dalam sistem *Constructed wetland* yang diharapkan dapat menurunkan BOD, COD dan TSS air limbah domestik.

## TINJAUAN PUSTAKA

Air limbah adalah cairan atau buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lain yang mengandung bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan

(Metcalf & Eddy dalam Supradata, 2005). Air limbah domestik, menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan pada Pasal 1 ayat 1, bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Proses pengolahan air limbah dengan teknologi *Constructed wetland* dapat terjadi melalui proses kimia, fisika, dan biologis yang merupakan interaksi antara mikroorganisme . *Constructed wetland* terbagi menjadi dua tipe yaitu *constructed wetland - emergent plants* dan *floating plants*. karakteristik *constructed wetland - emergent plants* yaitu memiliki kedalaman yang sangat dangkal, berada pada range 0,1 – 0,6 meter. sedangkan *constructed wetland floating plants* dapat mencapai kedalaman 0,5 – 1,8 meter

Crites and Tchobanoglous (1998) secara principal tipe *wetland* di bedakan menjadi *Free Water Surface (FWS) Constructed wetland*, *Subsurface Flow (SF) Constructed wetland*, *Floating Aquatic Plant System* dan Sistem kombinasi. *Free water surface (FWS) system* biasanya berupa kolam atau saluran-saluran yang dilapisi lapisan impermeable di bawah saluran atau kolam yang berfungsi untuk mencegah merembesnya air keluar kolam atau saluran. Kemudian kolam tersebut terisi tanah sebagai tempat hidup tanaman yang hidup pada air tergenang (Novotny dan Olem, 1994). Pada *Subsurface Flow System (SFS)*, pengolahan terjadi ketika air limbah mengalir secara perlahan melalui tanaman ditanam pada media berpori, misalnya batu pecah, kerikil dan tanah yang berbeda (Novotny & Olem, 1994)

Proses pengolahan yang terjadi pada sistem ini adalah filtrasi, adsorbs oleh mikroorganisme dan adsorbs terhadap tanah dan bahan organik oleh akar-akar. *Floating Aquatic Plant System* atau tanaman air terapung memanfaatkan jenis tanaman air yang hidup terapung di permukaan air dengan posisi terjerat, sehingga memungkinkan tanaman tersebut untuk menyerap zat-zat yang diperlukan terutama bahan terlarut yang terjadi di bawah perakaran tanaman dapat meningkatkan kapasitas pengolahan dan memelihara kondisi aerobik yang di perlukan untuk proses biologis, dibawah permukaan air.

## METODE PENELITIAN

### Bahan Air Limbah

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah domestik dari Rumah Susun Wonorejo Surabaya Jawa timur. Air limbah ini langsung dibuang melalui saluran pembuangan yang terdapat di belakang dan selanjutnya mengalir ke sungai.

### Media Lahan Basah

Sebagai media lahan basah digunakan tanah rawa alami yang diambil kemudian dibersihkan dari sampah-sampah seperti plastik, kaca, dan batu

### Tanaman

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis tanaman *Cattail (Thypha Angustifolia)*, Tanaman ini banyak di jumpai disekitar lahan basah alami di Indonesia. Jenis

Tanaman *Cattail (Thypha Angustifolia)* mempunyai daya tahan yang cukup kuat dan tidak mudah mati serta mempunyai akar serabut yang sangat lebat sehingga penyerapan terhadap bahan pencemar terhadap unsur hara yang dibutuhkan relative besar.

### Constructed Wetland

Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium, dengan menggunakan bak untuk tempat media tanam dan tanaman. Konstruksi bak ini yaitu dengan ukuran 60cm x 30cm x 30cm.

### Metode

Penelitian ini dilakukan di luar ruangan, karena membutuhkan sinar matahari dan ketersediaan oksigen yang cukup. Pertama tanaman diaklimatisasikan terlebih dahulu selama 14 hari, agar tanaman tidak mati meyerap beban organik terlalu berlebihan. Dan tiap bak reaktor terdapat tanaman dengan variabel jarak antar tanaman 0cm (tanpa tanaman), 5cm, 10cm, 15cm, dan 20cm, Kemudian selama 3 hari sekali diambil analisa BOD, COD, dan TSS selama 15 hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah domestik yang kualitasnya belum memenuhi syarat baku mutu air limbah yang boleh dibuang ke lingkungan. Karakteristik air limbah yang sebelum diolah dapat dilihat pada tabel 1.

Berdasarkan data yang tertera dalam tabel 1, bahwa kualitas air limbah domestik harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air, karena konsentrasi tersebut masih di atas baku mutu yang di perbolehkan sesuai dengan surat keputusan Menteri Negara

**Tabel 1 Karakteristik Air Limbah Awal**

| Parameter | Satuan | Konsentrasi | Diperbolehkan |
|-----------|--------|-------------|---------------|
| COD       | mg/l   | 196         | 100           |
| BOD       | mg/l   | 156         | 100           |
| TSS       | mg/l   | 240         | 100           |

Lingkungan Hidup no 112 th 2003. Dengan adanya pemanfaatan tanaman jenis *Typha Angustifolia* dalam proses lahan basah buatan diharapkan dapat menurunkan konsentrasi BOD, COD dan TSS yang terkandung di dalam limbah domestik Rumah Susun Wonorejo.

#### **Efisiensi Penurunan COD dengan tanaman *Typha Angustifolia***

Data hasil penelitian penurunan konsentrasi COD pada sampel air limbah domestik setelah melalui bak reaktor dengan variasi jarak tanaman dan waktu tinggal adalah sebagai berikut :

**Tabel 2 Prosentase (%) Penurunan COD Dengan Variasi Waktu Tinggal (hari) dan Jarak Tanaman (cm)**

| waktu<br>(hari) | Jarak Tanaman |      |       |       |       |
|-----------------|---------------|------|-------|-------|-------|
|                 | 0 cm          | 5 cm | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|                 | %             | %    | %     | %     | %     |
| 3               | 18.4          | 79.6 | 83.7  | 77.6  | 79.6  |
| 6               | 59.2          | 81.6 | 87.8  | 83.7  | 81.6  |
| 9               | 71.4          | 83.7 | 89.8  | 85.7  | 85.7  |
| 12              | 75.5          | 87.8 | 91.8  | 83.7  | 85.7  |
| 15              | 75.5          | 85.7 | 91.8  | 85.7  | 87.8  |

Berdasarkan data dari tabel 2 maka didapat bahwa prosentase penurunan konsentrasi COD tertinggi adalah 91. 8% dan terendah adalah 18.4%. Prosentase tertinggi terjadi di bak reaktor dengan jarak tanaman 10cm pada waktu tinggal 12 dan 15 hari. Sedangkan prosentase terendah terjadi di bak reaktor kontrol pada waktu tinggal 3 hari. Kemampuan penurunan kandungan COD meningkat pada proses lamanya waktu tinggal. Pada waktu tinggal pertama di bak reaktor kontrol atau 0 cm penurunan kandungan COD hanya 18.4% dan kemudian meningkat setelah di proses 3 hari selanjutnya pada

waktu tinggal 6 hari, prosentasenya menjadi 59.2%. Efisiensi penyisihan kandungan air limbah bergantung pada konsentrasi dan lamanya waktu penahanan di dalam lahan basah. Tingkat permeabilitas dan koduktivitas hidrolis media tersebut sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Wood dalam Supradata, 2005). Bahan organik yang terdapat didalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005).

#### **Efisiensi Penurunan BOD dengan tanaman *Typha Angustifolia***

Data hasil penelitian penurunan konsentrasi BOD pada air limbah domestik setelah melalui bak reaktor dengan variasi jarak tanaman dan waktu tinggal adalah sebagai berikut :

**Tabel 3 Prosentase (%) Penurunan BOD Dengan Variasi Waktu Tinggal (hari) dan Jarak Tanaman (cm)**

| waktu<br>(hari) | Jarak Tanaman |      |       |       |       |
|-----------------|---------------|------|-------|-------|-------|
|                 | 0 cm          | 5 cm | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|                 | %             | %    | %     | %     | %     |
| 3               | 20.6          | 47.4 | 59    | 58    | 67.3  |
| 6               | 53.5          | 69.5 | 70.7  | 67.3  | 73.2  |
| 9               | 64.4          | 76.6 | 76.3  | 77.1  | 74.4  |
| 12              | 69.2          | 80.2 | 77.5  | 71.9  | 75.6  |
| 15              | 70.6          | 79.0 | 83.2  | 91.6  | 87.4  |

Dilihat dari tabel 3 diatas. Penurunan kandungan BOD tertinggi terjadi pada bak reaktor jarak tanaman

15cm dengan waktu tinggal 15 hari prosentase penurunannya sebesar 91.6%. Sedangkan prosentase penurunan terendah terjadi pada bak reaktor 0 cm tanpa tanaman, yaitu sebesar 20.6%. Pengaruh waktu tinggal juga berperan dalam proses penurunan kandungan limbah. Menurut Supradata (2005), Bahwa penurunan konsentrasi bahan organik dalam sistem *wetland* terjadi karena adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tanaman, melalui proses oksidasi bakteri aerob yang tumbuh disekitar rhizosphere tanaman.. Menurut Vacca (2005), Mekanisme penurunan biologi terjadi karena aktifitas mikrobiologi di akar. Akar tanaman meningkatkan kepadatan dan aktivitas mikroba yang disediakan oleh permukaan akar untuk pertumbuhan mikroba ( Vymazal 2008).

Waktu tinggal ke 12 hari, prosentase penurunan BOD menjadi turun sebesar 71.9% dan meningkat lagi saat waktu tinggal ke 15 hari menjadi 91.6%. hal yang menyebabkan penurunan kandungan limbah menjadi tersebut yaitu salah satu faktornya adalah ketersediaan oksigen untuk proses biologis. jika oksigen dalam akar tercukupi maka mikroorganisme yang berperan penguraian limbah juga semakin besar. Menurut Wood dalam Edy (2002), saat air limbah melewati partikel tanah dalam waktu detensi tertentu, memberi kesempatan partikel solid mengendap. Dengan adanya proses pengendapan ini, maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis berikutnya.

Pengolahan Secara aerob berlangsung di dalam zona akar dan di bagian atas sedimen, sedangkan pengolahan secara anaerob berlangsung pada bagian bawah sedimen atau terkadang berlangsung di dalam air apabila suplai oksigen telah habis terpakai (Novotny & Olem, 1994).

Semakin Banyak dan dalam jaringan akar dalam tanah, semakin luas zona *rhizosphere* yang tercipta, sehingga kemampuan rawa untuk mendukung organisme mikro semakin meningkat (Khiauddin dalam Rizka, 2005). Penurunan kandungan BOD dalam proses lahan basah buatan sangat membutuhkan ketersediaan yang cukup yang nantinya melewati sela-sela tanah akan di kirim ke akar tanaman untuk mikroorganisme menguraikan kandungan limbah. Menurut Edy (2002), udara tanah menempati bagian pori-pori makro antara agregat sekunder tanah. Udara tanah tersebut sangat penting artinya bagi pernafasan akar tanaman dan kegiatan jasad hidup dalam tanah. Terutama jasad hidup dalam tanah yang aerobik sangat membutuhkan oksigen untuk menunjang aktivitasnya menguraikan bahan organik. Secara umum efektivitas pengolahan air limbah dengan sistem lahan basah buatan yang dilengkapi dengan pertumbuhan tanaman terbukti cukup tinggi.

#### **Efisiensi Penurunan TSS dengan tanaman *Typha Angustifolia***

Data hasil penelitian penurunan konsentrasi TSS pada sampel air limbah domestik setelah melalui bak reaktor dengan variasi jarak tanaman dan waktu tinggal adalah sebagai berikut :

**Tabel 4 Prosentase (%) Penurunan BOD Dengan Variasi Waktu Tinggal (hari) dan Jarak Tanaman (cm)**

| waktu<br>(hari) | Jarak Tanaman |      |       |       |       |
|-----------------|---------------|------|-------|-------|-------|
|                 | 0 cm          | 5 cm | 10 cm | 15 cm | 20 cm |
|                 | %             | %    | %     | %     | %     |
| 3               | 16.7          | 50   | 33.3  | 50    | 50    |
| 6               | 33.3          | 50   | 66.7  | 50    | 66.7  |
| 9               | 33.3          | 66.7 | 50    | 66.7  | 66.7  |
| 12              | 66.7          | 50   | 83.3  | 66.7  | 66.7  |
| 15              | 50            | 83.3 | 66.7  | 83.3  | 83.3  |

Dilihat dari tabel 4 diatas. Penurunan kandungan TSS tertinggi prosentase penurunannya sebesar 83.3%. Sedangkan prosentase penurunan terendah terjadi pada bak reaktor kontrol tanpa tanaman, yaitu sebesar 16.7%. Menurut Supradata (2005), Perbedaan laju penurunan TSS pada tiap-tiap reaktor bisa saja terjadi, akibat perbedaan porositas media yang dibentuk oleh sistem perakaran tanaman dalam reaktor. Bahwa penurunan kandungan TSS di dalam air limbah domestik yang melalui proses lahan basah buatan dengan berupa bak reaktor, lebih besar penurunannya dengan adanya di tanami tanaman sebagai penyerap kandungan TSS di limbah. Kemudian Prosentase di bak reaktor 5cm saat waktu tinggal 12 hari menurun menjadi 50% hal ini dapat disebabkan sistem perakaran di bak reaktor tidak selalu menghambat laju partikel solid yang dibawa pola aliran limbah, sehingga partikel padatan masih lolos dan mempengaruhi berat solid yang akan di analisa. Menurut Supradata (2005) Sistem perakaran tanaman yang terbentuk dalam reaktor tidak tumbuh secara merata pada masing-masing reaktor, sehingga pola aliran limbah tidak membentuk aliran sumbat yang sama untuk masing-masing reaktor. Dengan demikian, maka kecenderungan penurunan TSS pada masing-masing reaktor tidak dapat dibandingkan, sehingga hasil penurunan TSS pada tiap-tap bak reaktor tidak signifikan. Penurunan kandungan TSS di alam lahan basah terjadi melalui proses fisik seperti sedimentasi dan filtrasi (Zurita, 2008). Proses sedimentasi terjadi dikarenakan air limbah harus melewati jaringan akar tanaman yang cukup panjang sehingga partikel-partikel yang melewati media dan zona akar dapat mengendap (Wood dalam Ni Wayan 2005).

### Kandungan Tanah

Media yang digunakan dalam sistem lahan basah ini adalah tanah. Dan belum diketahui sebelumnya unsur kandungan bahan organiknya. Dan setelah diberi perlakuan terhadap air limbah domestik, dapat dilihat pada tabel 5 perubahan unsur karbon (C) dan bahan organiknya

**Tabel 5 Prosentase (%) Perubahan Bahan Organik Media Tanah Setelah Pengaliran Air Limbah**

| NO | KODE       | C-ORGANIK   | BAHAN ORGANIK |
|----|------------|-------------|---------------|
|    |            | .....%..... |               |
| 1  | Awal       | 1.85        | 3.18          |
| 2  | Hari ke-3  | 1.85        | 3.18          |
| 3  | Hari ke-6  | 1.78        | 3.06          |
| 4  | Hari ke-9  | 1.85        | 3.18          |
| 5  | Hari ke-12 | 1.71        | 2.94          |
| 6  | Hari ke-15 | 1.91        | 3.28          |

Berdasarkan dari data tabel 5 di atas, dapat dilihat bahwa unsur organik tanah awal sebelum diberikan aliran air limbah domestik adalah c-organik sebesar 1.85% dan prosentase bahan organik sebesar 3.18%. Dan setelah melalui aliran air limbah domestik pada hasil akhir hari ke-15 yaitu menjadi peningkatan c-organik sebesar 1.91% dan bahan organik sebesar 3.28% . hal ini membawa dampak positif terhadap kualitas tanah. Menurut Purwati (2007) peningkatan kandungan organik tanah dalam sistem lahan basah terjadi perubahan positif yang dapat memberikan sifat kesuburan bagi tanah.

Fungsi dari unsur karbon (C) organik dalam media ini yaitu tanah untuk sistem lahan basah buatan adalah sebagai sumber energi aktifitas mikroorganisme untuk melakukan dekomposisi. Bahan organik dalam tanah berperan untuk mensuplai energi bagi organisme tanah (Anonim, 2000). 3 hal ini sangat berkesinambungan di dalam sistem lahan basah buatan untuk

menurunkan limbah yaitu tanah sebagai media tanam dan tempat berkembang biaknya mikroorganisme, tanaman sebagai tempat proses fotosintesis menghasilkan oksigen, dan mikroorganisme sebagai aktifitas dekomposisi yang menguraikan bahan pencemar. Bahan organik yang terdapat didalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005).

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan bahwa :

1. Tanaman air jenis *Cattail (Typha Angustifolia)* memiliki kinerja yang cukup baik dalam pengolahan air limbah domestik dengan sistem lahan basah buatan (*Constructed Wetland*) dengan didapat penyisihan COD terbaik sebesar 91.8% pada jarak tanaman 10cm dan waktu tinggal 15 hari. didapat penyisihan BOD terbaik sebesar 91.6% pada jarak tanaman 15cm dan waktu tinggal 15 hari. didapat penyisihan TSS terbaik sebesar 83.3% pada saat waktu tinggal 15 hari.
2. Hasil kandungan bahan organik tanah setelah di beri perlakuan air limbah domestik pada lahan basah buatan mengalami peningkatan. Saat kondisi awal jumlah kandungan bahan organik dalam tanah sebesar 3.18% dan saat waktu detensi 15 hari menjadi sebesar 3.28%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Crites, Ron and Tchobanoglous, 1998 " *Small and Decentralized Wastewater Management System* " Mc Graw Hill Inc. New York
- Edy, S 2002 " *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Medium Tanah Dalam Sistem Lahan Basah* " Tesis Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang
- Fitriani, Laksmi 2002 " *Studi Literatur Pemanfaatan Tumbuhan Air Untuk Pengolahan Limbah Cair Domestik* " Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya
- Metcalf and Eddy, 1991 " *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse* ". Mc Graw Hill Inc. New York
- Novotny V, dan Olem, H 1993 " *Water Quality Prevention, Identification and Management of Difuse Pollution* " Van Nostrand, New York
- Purwati,dkk. 2007. Potensi Dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Pulp Dan Kertas Dengan Sistem Lahan Basah. Jurnal berita Selulosa, Vol. 42 (2). Hal. 45 – 53.
- Rizka, 2005 " *Studi Penurunan kandungan COD dan BOD Air Limbah Domestik dengan Menggunakan tanaman Kana (Canna Sp) dalam Sistem Sub-Surface Flow Constructed Wetland* " Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Supradata, 2005 " *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius dalam Ssstem Lahan Basah Aliran* " Tesis Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang

- Permukaan (SSF Wetland)*  
Tesis Magister Lingkungan
- Vacca, 2005 *“Effect of Plant Filter Materials on Bacteria Removal in Pilot-Scale Constructed Wetlands”* Department of Bioremediation, Germany
- Vymazal, 2008 *“Removal of Organic in Constructed Wetlands With Horizontal Sub-Surface Flow : A review of The Field Experience”* Institute of System Biology and ecology, Czech Republic
- Widyastuti, Ni Wayan, 2005 *“Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Pemanfaatan Tanaman Cyprus Papyrus Pada Sistem Subsurface Constructed Wetland”* Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Zurita, 2008 *“Treatment of Domestic and Production of Commercial Flowers in Vertical and Horizontal Subsurface-Flow System Constructed Wetland”* Centro universidad de la Cienaga, Mexico